

05390395
APR 2003

(12) NACH DEM VERT... ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMEN... ZEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. April 2004 (22.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/033996 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01D 5/246**,
5/249

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **DAIMLERCHRYSLER AG** [DE/DE]; Epplestrasse
225, 70567 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/010512

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. September 2003 (20.09.2003)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FALSETT, Rainer**
[DE/DE]; Strassburgerstrasse 48, 64832 Babenhausen
(DE). **FISCHER, Roland** [DE/DE]; Am Taunusblick
15, 61130 Nidderau (DE). **SEYER, Reinhard** [DE/DE];
Falkenweg 12, 63110 Rodgau (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

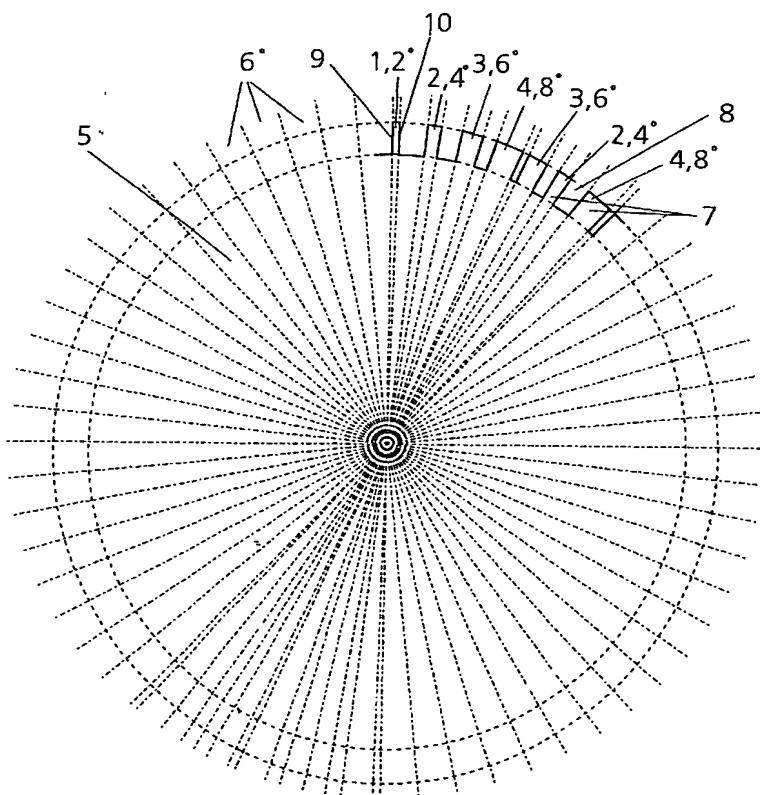
(30) Angaben zur Priorität:
102 46 806.0 8. Oktober 2002 (08.10.2002) DE

(74) Anwälte: **KOCHER, Klaus-Peter** usw.; DaimlerChrysler
AG, Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546
Stuttgart (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SENSING WHEEL

(54) Bezeichnung: GEBERRAD



(57) Abstract: The invention concerns a sensing wheel for use in a device for measuring the rotational speed and/or the rotational angle of an internal combustion engine camshaft. Said sensing wheel comprises a plurality of teeth arranged circumferentially and including respectively a front ridge and a rear ridge which define the width of said teeth, as well as interstices located between the teeth. The respective front and rear ridges of the teeth are spaced apart from one another by a substantially identical angular distance. A limited number of different tooth widths is arranged on the periphery of said wheel. The invention is characterized in that the sequences of widths of at least three successive teeth distributed on the periphery of the wheel is determined.

(57) Zusammenfassung: Ein Geberrad für eine Vorrichtung zum Messen der Drehzahl und/oder des Drehwinkels einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine weist mehrere am Umfang angeordnete Zähne, welche jeweils eine Vorderkante und eine Hinterkante aufweisen, die die Breite des jeweiligen Zahnes definieren, und zwischen den Zähnen sich befindliche Zahnücken auf. Die jeweiligen Vorderkanten oder Hinterkanten der Zähne weisen im wesentlichen denselben Winkelabstand voneinander auf. Über den gesamten Umfang betrachtet ist eine beschränkte Anzahl

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/033996 A1



(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- mit geänderten Ansprüchen

Geberrad

Die Erfindung betrifft ein Geberrad für eine Vorrichtung zum Messen des Drehwinkels einer Kurbelwelle nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Messen des Drehwinkels einer Kurbelwelle gemäß Anspruch 5.

Ein Geberrad und eine entsprechende Vorrichtung sind aus der DE 195 21 277 A1 oder der EP 0 684 375 A1 bekannt.

Diese Geberräder sind an ihrem Umfang mit einer Vielzahl von Zähnen versehen, die bei der Rotation des mit der Kurbelwelle starr verbundenen Geberrades Informationen über die Drehgeschwindigkeit und die Winkellage der Kurbelwelle an einen ortsfesten Impulssensor weitergeben. Ein Steuergerät kann aus den von dem Impulssensor in Form von elektrischen Signalen gelieferten Werten die Stellung aller Kolben der Brennkraftmaschine ermitteln, da die Kolben über Pleuel starr mit der Kurbelwelle verbunden sind. Aufgrund dieser starren Verbindung ist lediglich ein Impulssensor für die gesamte Brennkraftmaschine erforderlich.

Die über den Umfang des Geberrades gleichmäßig verteilten Zähne liefern dabei die Information bezüglich der Winkelgeschwindigkeit bzw. der Drehzahl der Kurbelwelle, und zwar durch den zeitlichen Abstand des Eintreffens der aufeinanderfolgenden Signale der jeweils vorderen Kante der einzelnen Zähne. Um die Winkellage der Kurbelwelle detektieren zu können, sind zwei oder mehr Zähne ausgelassen, so dass der Impulssensor während der Rotation des Geberrades diese Lücke detektiert und an das Steuergerät weiter-

leitet. Dieses ist somit in der Lage, aus der ermittelten Nulllage und der wie oben beschrieben gemessenen Winkelgeschwindigkeit zu jedem Zeitpunkt die Winkelstellung der Kurbelwelle festzustellen. Dies ist erforderlich, um den korrekten Zeitpunkt der Einspritzung von Kraftstoff in die Brennräume sowie den korrekten Zündzeitpunkt einzuhalten.

In Phasen mit starken Drehzahlschwankungen ist die Ermittlung des Kurbelwellenwinkels jedoch sehr ungenau, da hierzu stets eine Interpolation erforderlich ist, die mit Werten der vorhergehenden Impulsmessung arbeitet. Hinzu kommt, dass gerade bei hohen Drehzahlen die Rechenbelastung des Steuergeräts sehr groß ist, da bei jedem von dem Geberrad gelieferten Impuls ein Interrupt im Prozessor ausgelöst wird, wodurch dieser seine Berechnung unterbrechen muss.

Ein weiterer Nachteil dieser Geberräder und der Vorrichtungen, bei denen sie eingesetzt werden, besteht darin, dass zur Ermittlung der Winkellage beim Starten der Brennkraftmaschine im ungünstigsten Fall eine gesamte Umdrehung der Kurbelwelle erforderlich ist, da erst dann die durch das Auslassen der Zähne entstandene Lücke mit Sicherheit den Impulssensor passiert hat. Dies führt zu einer unnötig langen Zeit, in der die Brennkraftmaschine und das Steuergerät nicht synchronisiert sind.

Gerade bei modernen Brennkraftmaschinen, bei denen aufgrund von angestrebten Verbrauchsvorteilen und immer niedrigeren Emissionsgrenzen sogenannte Start-Stop-Betriebsweisen eingeführt werden sollen, ist eine solche Synchronisation jedoch essentiell, um dem Fahrer keine Komforteinbußen zuzumuten.

Weiterhin sind Anordnungen mit variabler Zahnlänge bekannt, beispielsweise aus der US 4,972,332 A1 oder der DE 3431232 A1.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Geberrad für eine Vorrichtung zum Messen des Drehwinkels einer Kurbelwelle zu schaffen, welches in der Lage ist, innerhalb einer kürzestmöglichen Zeit Informationen bezüglich der Winkellage der Kurbelwelle an einen Impulssensor zu liefern, um eine schnellstmögliche Synchronisation zwischen einem Steuergerät und der Brennkraftmaschine zu schaffen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die in Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Durch die erfindungsgemäße variable Breite der aufeinanderfolgenden Zähne ist es möglich, die Winkelstellung der Kurbelwelle allein durch eine Abfolge von Zahnbreiten zu berechnen, wenn entsprechende aufeinanderfolgende Kombinationen von Zahnbreiten von mindestens drei aufeinanderfolgenden Zähnen über den Umfang des Geberrades verteilt nur jeweils einmal auftauchen und einer bestimmten Winkelstellung zugeordnet sind. Auf diese Weise führt das Auswerten der Zahnbreiten bereits nach einem sehr geringen Drehwinkel zu einem Ergebnis bezüglich der Winkelstellung der Kurbelwelle.

Dadurch kann vorteilhafterweise auf aufwändige Verfahren zur Überbrückung fehlender Zähne, wie sie bei bekannten Geberrädern und den zugehörigen Vorrichtungen erforderlich sind, verzichtet werden. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Geberrades ist, dass bekannte bzw. bereits vorhandene Impulssensoren weiterverwendet werden können.

Wenn in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung über den gesamten Umfang betrachtet vier unterschiedliche Zahnbreiten vorgesehen sind, so lässt sich durch eine Ermittlung der Breite von drei aufeinanderfolgenden Zähnen die jeweilige Winkellage der Kurbelwelle exakt ermitteln.

Eine Vorrichtung zum Messen des Drehwinkels einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine ergibt sich aus dem unabhängigen Anspruch 5.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den restlichen Unteransprüchen sowie aus dem nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipmäßig dargestellten Ausführungsbeispiel.

Dabei zeigen:

Fig. 1 Eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Messen des Drehwinkels einer Kurbelwelle; und

Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Geberrad.

Eine in Fig. 1 äußerst schematisch dargestellte Brennkraftmaschine 1 weist eine Kurbelwelle 2 auf, an der in an sich bekannter Weise nicht dargestellte Pleuel und Kolben angebracht sind. Die Kolben führen in ebenfalls bekannter Weise in entsprechenden Zylindern der Brennkraftmaschine 1 aufgrund der Rotation der Kurbelwelle 2 eine Oszillationsbewegung aus.

Die Brennkraftmaschine 1 ist des weiteren mit einer Vorrichtung 3 zum Messen des Drehwinkels und gegebenenfalls der Drehzahl der Kurbelwelle 2 versehen, welche einen an der Brennkraftmaschine 1 ortsfest angebrachten Impulssensor 4 und ein an der Kurbelwelle 2 befestigtes und somit deren Rotation ausführendes Geberrad 5 aufweist. Wie nachfolgend deutlich wird, erhält der Impulssensor 4, der von an sich bekannter Bauart sein kann, Signale von dem Geberrad 5 und gibt diese an ein Steuergerät 6 weiter, um hieraus die Drehzahl und/oder den Drehwinkel der Kurbelwelle 2 zu berechnen. Diese Berechnungen sind zum Einhalten der

korrekten Einspritz- und Zündzeitpunkte der Brennkraftmaschine 1 erforderlich.

Das in Fig. 2 detaillierter dargestellte Geberrad 5 ist an seinem Umfang mit einer Vielzahl von Zähnen 7 versehen, zwischen denen sich jeweils Zahnücken 8 befinden. Im vorliegenden Fall handelt es sich um insgesamt sechzig gleichmäßig über den Umfang des Geberrades 5 verteilte Zähne 7, deren Vorderkanten 9 jeweils einen Abstand von 6° aufweisen. Selbstverständlich könnte auch eine andere Anzahl an Zähnen 7 vorgesehen sein, wobei sich die Anzahl von sechzig Zähnen 7 als sehr gut geeignet erwiesen hat. Insbesondere ist es hierdurch möglich, einen identischen Impulssensor 4 wie bei bereits bekannten Vorrichtungen zu verwenden. Wenn die Zähne 7 wie im vorliegenden Fall in gleichmäßigen Winkelabständen zueinander angeordnet sind, kann in einfacher und an sich bekannter Weise durch eine Vorderkante 9 eines jeweiligen Zahns 7, die den Impulssensor 4 passiert, die Winkelgeschwindigkeit des Geberrades 5 und somit die Drehzahl der Kurbelwelle 2 ermittelt werden.

Um zu jedem Zeitpunkt auch die momentane Winkellage der Kurbelwelle 2 feststellen zu können, weisen die Zähne 7 unterschiedliche Breiten auf, was nachfolgend anhand eines Beispiels näher erläutert wird. In diesem Zusammenhang ist festzuhalten, dass unter der Bezeichnung „Breite eines jeden Zahnes 7“ der Winkelabstand der Vorderkante 9 zu einer Hinterkante 10 des jeweiligen Zahnes 7 zu verstehen ist.

In Fig. 2 ist die verschiedenartige Ausgestaltung der Zähne 7 nur über einen gewissen Teil des Umfangs des Geberrades 5 dargestellt. Es ist jedoch erkennbar, dass die Breite der Zähne 7 in vier Stufen variiert und zwar im vorliegenden Fall in den Stufen $1,2^\circ$, $2,4^\circ$, $3,6^\circ$ und $4,8^\circ$. Mit diesen vier verschiedenen Stufen ist es für den Impulssensor 4 jedoch nur möglich, vier verschiedene Zustände zu identifizieren. Dies reicht für eine exakte Bestimmung der

Winkellage der Kurbelwelle 2 selbstverständlich nicht aus. Auch durch die Auswertung zweier aufeinander folgender Zähne ergibt sich erst eine Variationsmöglichkeit von $4^2 = 16$ verschiedenen Zuständen. Dieser Wert ist für die Steuerung der Brennkraftmaschine 1 ebenfalls noch zu ungenau.

Aus diesem Grund zieht das Steuergerät 6 jeweils die Abfolge von drei hintereinander liegenden Zähnen 7 heran, wodurch insgesamt $4^3 = 64$ Zustände detektiert werden können und somit nach einer Rotation der Kurbelwelle 2 um 18° die Winkellage derselben festgestellt werden kann.

Die jeweiligen Zahnfolgen werden mittels einer entsprechenden Software in dem Steuergerät 6 ausgewertet und zur exakten Winkelbestimmung der Kurbelwelle 2 verwendet. Dabei ist jede über den Umfang des Geberrades 5 vorkommende Kombination von unterschiedlichen Zahnbreiten eindeutig einer bestimmten Winkellage der Kurbelwelle 2 zugeordnet und in der Software des Steuergerätes 6 hinterlegt.

Aufgrund des oben beschriebenen Winkelabstandes der Zähne 7 von jeweils 6° und der damit vorhandenen 60 Zähne 7 über den Umfang des Geberrades 5 ist die Anzahl dieser 64 unterschiedlichen Kombinationen ausreichend. Da auf diese Weise sogar vier Kombinationen übrig bleiben, können dieselben zu einer Überprüfung des gemessenen Ergebnisses, also zu einer Integritätsprüfung, herangezogen werden. Im vorliegenden Fall tauchen an keiner Stelle des Geberrades 5 drei mal hintereinander die gleichen Breiten auf, so dass diese vier Kombinationen übrig bleiben.

Statt der vier unterschiedlichen Stufen wäre es theoretisch auch möglich, eine größere Anzahl an Stufen vorzusehen. Wenn beispielsweise acht verschiedene Stufen bzw. Zahnbreiten über den Umfang des Geberrades 5 verteilt wären, so könnte die Winkellage der Kurbelwelle 2 bereits

nach zwei Zähnen 7 ermittelt werden. Allerdings ergeben sich hierdurch sehr viel geringere Unterschiede zwischen den einzelnen Breiten der Zähne 7, so dass die Detektierung der Zahnbreiten durch den Impulssensor 4 sehr viel schwieriger würde und bei hohen Drehzahlen durchaus zu falschen Ergebnissen führen könnte. In diesem Zusammenhang könnten auch fünf verschiedene Stufen vorgesehen sein, so dass sich bei der Messung dreier aufeinanderfolgender Zahnbreiten insgesamt 125 verschiedene Möglichkeiten ergäben. Dies könnte dann zu einem geringeren Winkelabstand der einzelnen Zähne 7, beispielsweise zu einem Abstand von 3° führen, wodurch theoretisch eine genauere Drehzahlmessung möglich wäre.

Im vorliegenden Fall weisen jeweils die Vorderkanten 9 der Zähne 7 den gleichen Abstand zueinander auf und die Breite der Zähne 7 wird lediglich durch eine Variation der Hinterkanten 10 gebildet. Selbstverständlich wäre jedoch auch eine Ausführungsform des Geberrades 5 denkbar, bei der die Hinterkanten 10 denselben Abstand voneinander aufweisen und die Breitenvariation der Zähne 7 durch die Verschiebung der Vorderkanten 9 zustande kommt. Dies würde allerdings bedingen, dass die Winkelgeschwindigkeit des Geberrades 5 und damit die Drehzahl und/oder der Drehwinkel der Kurbelwelle 2 an den Hinterkanten 10 der Zähne 7 gemessen wird.

Patentansprüche

1. Geberrad (5) für eine Vorrichtung (3) zum Messen des Drehwinkels einer Kurbelwelle (2) einer Brennkraftmaschine (1), mit mehreren am Umfang angeordneten Zähnen (7), welche jeweils eine Vorderkante (9) und eine Hinterkante (10) aufweisen, die die Breite des jeweiligen Zahnes (7) definieren, und mit zwischen den Zähnen (7) sich befindlichen Zahnluken (8), wobei die jeweiligen Vorderkanten (9) oder Hinterkanten (10) der Zähne (7) im wesentlichen denselben Winkelabstand voneinander aufweisen, und wobei über den gesamten Umfang betrachtet eine beschränkte Anzahl an unterschiedlichen Zahnbreiten vorgesehen ist
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Abfolge der Zahnbreiten von mindestens drei aufeinander folgenden Zähnen (7) über den gesamten Umfang betrachtet eindeutig ist.
2. Geberrad nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die jeweiligen Vorderkanten (9) der Zähne (7) im wesentlichen denselben Winkelabstand voneinander aufweisen, und dass die unterschiedliche Breite der Zähne (7) durch einen unterschiedlichen Abstand der jeweiligen Hinterkanten (10) der Zähne (7) voneinander gebildet ist.
3. Geberrad nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass über den gesamten Umfang betrachtet vier unterschiedliche Zahnbreiten vorgesehen sind.

4. Geberrad nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Breite jedes Zahnes (7) zusammen mit der
nachfolgenden bzw. vorhergehenden Zahnücke (8) ca. 6°
beträgt.
5. Vorrichtung zum Messen des Drehwinkels einer Kurbel-
welle (2) einer Brennkraftmaschine (1), mit einem Im-
pulssensor (4) und mit einem Geberrad (5) nach einem
der Ansprüche 1 bis 4.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Steuergerät (6) zum Auswerten der von dem Im-
pulssensor (4) aufgenommenen Werte vorgesehen ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Steuergerät (6) eine Software hinterlegt
ist, bei welcher bestimmte Kombinationen von aufeinander-
folgenden Breiten der Zähne (7) einer bestimmten
Winkellage der Kurbelwelle (2) entspricht.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 23 Februar 2004 (23.02.04) eingegangen,
ursprüngliche Ansprüche 1 – 7 durch neue Ansprüche 1 – 3 ersetzt]

Neue Patentansprüche

1. Geberrad (5) für eine Vorrichtung (3) zum Messen des Drehwinkels einer Kurbelwelle (2) einer Brennkraftmaschine (1), mit mehreren am Umfang angeordneten Zähnen (7), welche jeweils eine Vorderkante (9) und eine Hinterkante (10) aufweisen, die die Breite des jeweiligen Zahnes (7) definieren, und mit zwischen den Zähnen (7) sich befindlichen Zahnlücken (8), wobei die jeweiligen Vorderkanten (9) oder Hinterkanten (10) der Zähne (7) im wesentlichen denselben Winkelabstand voneinander aufweisen, und wobei über den gesamten Umfang betrachtet eine beschränkte Anzahl an unterschiedlichen Zahnbreiten vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Abfolge der Zahnbreiten von mindestens drei aufeinander folgenden Zähnen (7) innerhalb eines Drehwinkels von maximal 18° über den gesamten Umfang betrachtet eindeutig ist.
2. Geberrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass über den gesamten Umfang betrachtet vier unterschiedliche Zahnbreiten vorgesehen sind.

3. Geberrad nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Breite jedes Zahnes (7) zusammen mit der
nachfolgenden bzw. vorhergehenden Zahnücke (8) ca. 6°
beträgt.

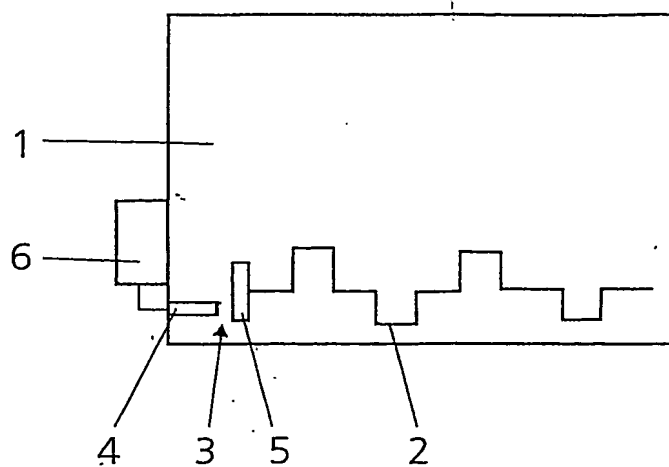


Fig. 1

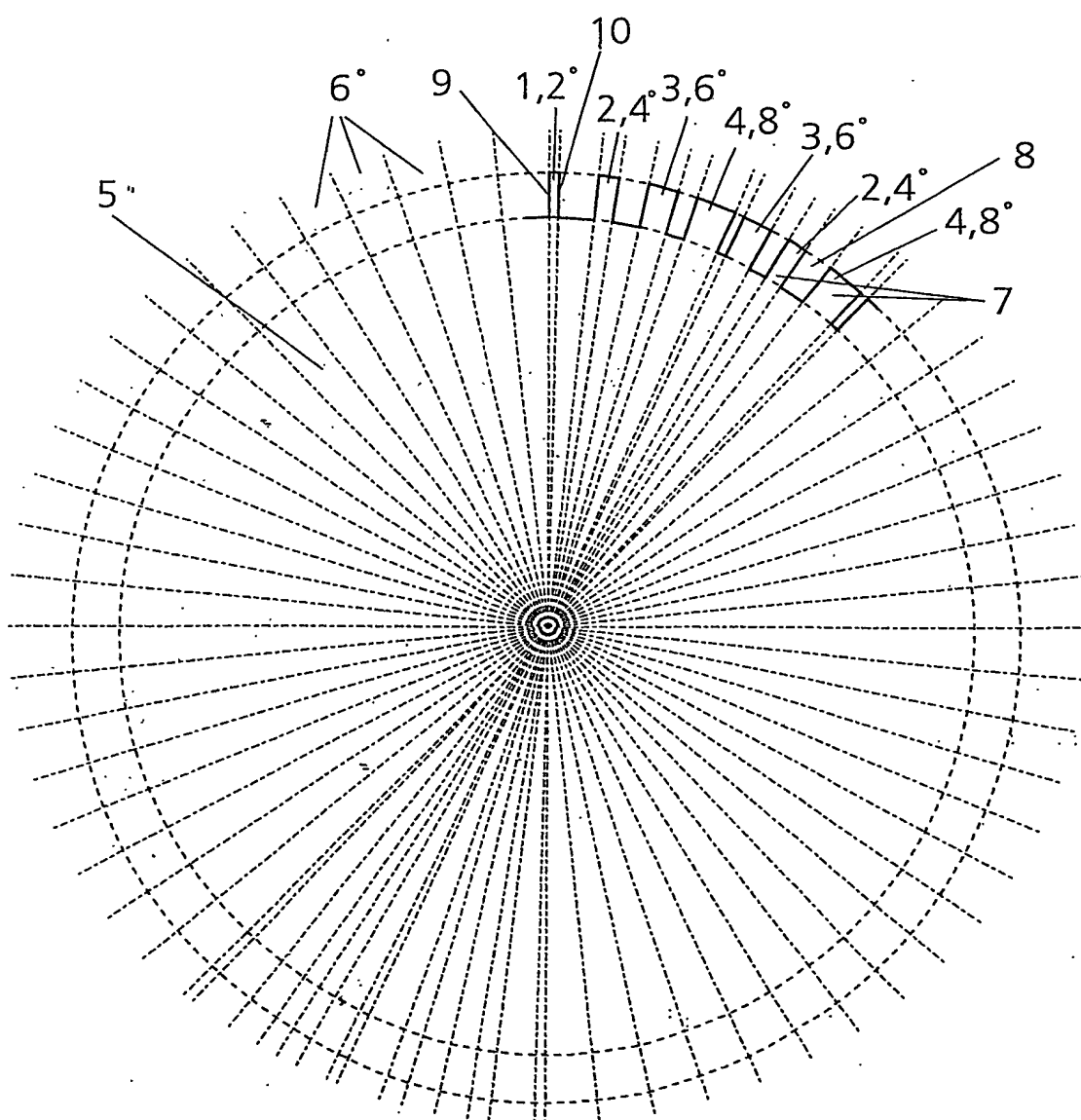


Fig. 2